Die Petrographischen Provinzen Mittelitaliens

Autor(en): **Burri, Conrad**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **28 (1948)**

Heft 1: **Festschrift P. Niggli zu seinem 60. Geburtstag den 26. Juni 1948**

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-23019

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Petrographischen Provinzen Mittelitaliens

Von *Conrad Burri,* Zürich

I. Einleitung

Die jungvulkanische Zone, welche die W-Seite des Apennins von der Toskana bis nach Campanien begleitet (Lit. 1—3), ist schon seit langem Objekt der geologischen und petrographischen Forschung, ja sie kann in dieser Hinsicht geradezu als klassisches Gebiet bezeichnet werden. Von ganz besonderem Interesse wurde sie für die Lehre von den Petrographischen Provinzen, nachdem H. S. WASHINGTON (Lit. 4) den Abschnitt von den Monti Vulsini bis zum Vesbischen Vulkan (Somma-Vesuv) als „Roman Comagmatic Region" beschrieb, und nachdem P. NIGGLI (Lit. 5) diese Provinz zum Prototyp seines mediterranen Provinzialtypus gemacht hatte. In einer weiteren, 1922 erschienenen, vielbeachteten Arbeit (Lit. 6) versuchte dieser Autor erstmals die gesamte jungmagmatische Tätigkeit des Mittelmeergebietes vom Standpunkt der Lehre von den Petrographischen Provinzen aus darzustellen, wobei der gut untersuchten Romanischen Provinz eine zentrale Stellung zukam. Nachteilig für diesen Versuch wirkte sich jedoch aus, daß zu jener Zeit die Tektonik des Apennins noch durchaus ungeklärt war, so dass nähere Beziehungen zwischen tektonischer Stellung, regionalem Auftreten und stofflicher Beschaffenheit der im Apenningebiet geförderten jungen Eruptivgesteine notgedrungen verborgen bleiben mussten. Da seither in dieser Hinsicht, besonders durch die Arbeiten von R. STAUB (Lit. 7, 8), grosse Fortschritte erzielt, und da auch unsere Kenntnisse über die geförderten Magmen bedeutend erweitert wurden, mag es nicht unangebracht erscheinen, an dieser Stelle das Problem der jungmagmatischen Provinzen der Toskana, Umbriens und Latiums neu zu betrachten und eine Klarlegung ihrer gegenseitigen Beziehungen und ihrer genetischen Bedingtheit zu versuchen.

II. Neuere Ansichten über den Bau des Apennins

Als Hauptergebnis der Studien von R. STAUB u. A. ergibt sich, dass die äussere morphologische Einheit des Apennins, welche dieses Gebirge als den Rückgrat der italienischen Halbinsel erscheinen lässt, vom Standpunkt des inneren Baues aus nicht bestätigt wird, dass der Apennin vielmehr tektonisch kein einheitliches Gebirge ist. Auf analoge Weise nämlich, wie die im Gebiete der West- und Ostalpen eng gescharten Stämme der Alpen und Dinariden sich in der Steiermark voneinander trennen, wobei sich die Pannonische Masse

als Zwischengebirge einschiebt, erfolgt auch in der Toskana ein Auseinanderstreben der Ketten. Trennendes Zwischengebirge ist hier die heute grösstenteils vom Meere bedeckte Tyrrhenische Masse [1]). Westlich davon streichen die in mächtigem Deckenbau westwärts gefalteten alpinen (helvetiden, penniden und austriden) Elemente zwischen Spezia und dem Mte. Argentario als sog. Tuskider Apennin ins Tyrrhenische Meer hinaus. Sie finden ihre Fortsetzung über NE-Corsica, Elba und die Toskanischen Inseln und erreichen um die Südspitze Sardiniens herum die Balearen und die betische Cordillere. Östlich der Tyrrhenischen Masse liegen die Ketten des dinariden Kalkapennins. In Fortsetzung des dinarischen Rücklandes der Alpen ziehen sie, schwach ostwärts gefaltet und verschuppt, als sog. Italider Apennin über Umbrien nach Campanien und der Basilicata und weiter nach Calabrien und Sizilien, um sich zwischen Tunis und Sardinien an der W-Spitze der Tyrrhenischen Masse wieder mit dem alpinen Stamm zu scharen. Parallel zu den Italiden folgen im E weiter marokkide Elemente als Vertreter des afrikanischen Atlassystems (Abruzziden, Adriatiden), die wiederum Faltung nach W zeigen. An Stelle des einheitlichen Apennins alter Auffassung tritt demnach ein komplexes, aus alpiden, dinariden und marokkiden Elementen aufgebautes Gebirgssystem, in welchem die Tyrrhenische Masse die Rolle eines kettenteilenden Zwischengebirges zwischen Tuskiden und Italiden spielt.

III. Die Petrographischen Provinzen des Apenningebietes [2])

Vereinigt man, wie es der klassischen Definition entspricht, die bei ihrer Entstehung einer geologischen Einheit angehörigen Ge-

[1]) Diese „Tyrrhenische Masse" ist nicht zu verwechseln mit der seinerzeit durch C. J. Forsyth Major aus tier- und pflanzengeographischen Gründen postulierten „Tyrrhenis" (Kosmos, Zeitschr. f. Entwicklungslehre u. einheitliche Weltanschauung 13 (1883), 1—17 u. 81—106), welche auch Sardinien, Corsica, die Toskanischen Inseln und Teile von Nordafrika einschloss, somit bedeutend umfangreicher war.

[2]) Der beschränkte Raum, sowie der vorläufige Charakter dieser Mitteilung gestatten eine Wiedergabe der chemischen Gesteinsanalysen, auf welche sich die folgenden Darlegungen stützen, nicht in extenso. Es muss hierfür auf die Zusammenstellung in C. Burri und P. Niggli, Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens II. Publ. Vulkaninstitut I. Friedlaender, No. 4, Zürich (im Druck, erscheint voraussichtlich 1948) verwiesen werden, wo auch Quellen und Analytiker vollständig angegeben sind. An dieser Stelle wird auch nicht von den Einzelanalysen, sondern nur von den daraus gewonnenen mittleren Kennwerten Gebrauch gemacht.

steine zu einer Petrographischen Provinz, so können für das betrachtete Gebiet drei Provinzen unterschieden werden (vgl. Taf. I):

A. Die Tertiäre Toskanische Provinz,
B. Die Quartäre Toskanische Provinz,
C. Die Romanische Provinz (ebenfalls quartär).

Als Anhang zu C sind die zwar kleinen und isoliert gelegenen, für das Verständnis der genetischen Zusammenhänge jedoch sehr wichtigen Vulkane von San Venanzo und Cupaello zu erwähnen.

A. Die Tertiäre Toskanische Provinz

Für diese Provinz, welche den synorogenen Plutonismus (im Sinne von H. STILLE) zur (pyrenäischen) Apenninenfaltung repräsentiert, lassen sich zeitlich zwei Phasen unterscheiden. Zur ältern rechnet man das Granitmassiv des Monte Capanne im W der Insel Elba, sowie die damit weitgehend übereinstimmenden Granite der Inseln Giglio und Montecristo und die Vorkommen bei Gavorrano und im Tal des Botro ai Marmi im Campigliese auf dem Toskanischen Festlande. Der Granit des Monte Capanne ist nach P. DE WIJKERSLOOTH von mittelpriabonem, derjenige von Gavoranno von mittel- bis oberpriabonem Alter. Die jüngere Phase, welche die granitporphyrischen und aplitischen Gesteine Mittelelbas umfasst, ist nach demselben Autor altoligocän.

Die granitischen Gesteine zeigen granodioritischen bis aplitgranitischen, seltener quarzdioritischen oder alkaligranitischen Chemismus. Viele Analysen weisen einen z. T. beträchtlichen, wohl in den meisten Fällen durch pneumatolytische Einwirkungen verursachten Tonerdeüberschuss auf. Daneben finden sich auch durch lokale Kalkaufnahme endomorph veränderte Typen. Von den jüngeren Gesteinen Mittelelbas fehlen neuere Analysen ganz. Aus diesen Gründen, sowie weil neue Studien über elbanische Gesteine von italienischer Seite gegenwärtig im Gange sind, soll hier auf eine eingehendere chemische Charakterisierung der Provinz verzichtet werden.

B. Die Quartäre Toskanische Provinz

Zu dieser Provinz werden in Übereinstimmung mit H. S. WASHINGTON und FR. RODOLICO (Lit. 9) in erster Linie eine Anzahl isolierter Vorkommen des Toskanischen Festlandes (Mte. Nero bei Livorno, Campigliese, Roccastrada, Mte. Amiata, Radicofani) und

die eigenartigen Intrusiva (Selagite) von Montecatini und Orciatico), sowie die Insel Capraja gerechnet. Sie sind alle bewiesenermassen quartär oder dürfen als quartär angesehen werden. Die vulkanische Zone durchquert die Toskana scheinbar ohne jede Beziehung zur Tektonik. R. STAUB hat jedoch darauf hingewiesen, dass der Vulkanismus, wie auch die zahlreichen Moffetten, Soffionen, Säuerlinge etc. gerade dort auftreten, wo das NW—SE-Streichen des Tuskischen Apennins durch die Tyrrhenische Masse zur NS-Richtung abgelenkt wird. Die dadurch bewirkte Auflockerung des Krustengefüges erleichterte offenbar den Magmen den Aufstieg.

Auf Grund von petrographischen Analogien, die sich nicht nur auf den Gesteinscharakter, sondern auch auf postvulkanische Prozesse, wie Alunitisierung und Erzlagerstättenbildung erstrecken, müssen eine Reihe weiterer, zwar geographisch ausserhalb der Toskana in Latium gelegener Vorkommen im Bergland von Tolfa, sowie bei Bracciano-Manziana (Mte. Calvario und Mte. S. Vito z. B.) und bei Cerveteri ebenfalls zur Quartären Toskanischen Provinz gerechnet werden. Sie bilden eine ungefähr NW—SE streichende Zone parallel zur tyrrhenischen Küste, was vermuten lässt, dass sie längs einem derartig orientierten Bruchsystem aufgedrungen sind. In der Gegend S von Bracciano treten sie in Kontakt mit den Leucitgesteinen des Sabatinischen Vulkansystems der ebenfalls quartären Romanischen Provinz. In Bezug auf das gegenseitige Altersverhältnis sind die Angaben widersprechend. Die letzten Autoren, die sich zu dieser Frage äusserten, G. CUMIN und A. SCHERILLO, halten die Leucitgesteine für jünger. Der Altersunterschied dürfte auf alle Fälle nicht bedeutend sein. Eventuell ist anzunehmen, dass sich die vulkanische Tätigkeit in den beiden Provinzen bis zu einem gewissen Grade zeitlich überdeckte, wodurch sich die Widersprüche in der Literatur vielleicht erklären liessen.

Für eine eingehende Beschreibung der auftretenden Gesteinstypen muss auf die ausgezeichnete neue Darstellung durch FR. RODOLICO (Lit. 9) sowie auf ältere Arbeiten von H. S. WASHINGTON u. a. verwiesen werden. Haupttypen sind quarzdioritische Andesite (Capraja), sommaitdioritische bis monzonitische Trachyandesite (Vulsinite), sowie granodioritische bis adamellitische Biotit-Augittrachyte (Toskanite) und saure Liparite von yosemititischem bis engadinitischem Chemismus. Die sauren Gesteine zeigen fast alle etwas Tonerdeüberschuss und zwar auch für frische Proben. Dieser ist wohl vorwiegend durch die Aufnahme tonigen Materials bedingt und kann sich in Cordieritführung äussern oder auch in der Glasbasis verborgen

bleiben. Teilweise dürfte er auch durch postvulkanische Prozesse verursacht sein. Einen besonderen Typus repräsentieren die lamprosyenitischen Selagite von Montecatini und Orciatico, deren starke Biotitführung wahrscheinlich mit dem Wassergehalt der intrudierten und kontaktlich veränderten Pliozänmergel zusammenhängt, sowie wohl auch mit ihrer eigenartigen Lagerungsform, die sie als die einzigen nichtvulkanischen Glieder der Provinz erscheinen lässt. Nach G. STEFANINI (Lit. 10) geht das Vorkommen im Streichen von einfacher Gangform über einen asymmetrischen Halblakkolithen in einen symmetrischen Lakkolithen über. Vereinigt man die mittleren Kennwerte der einzelnen Vorkommen der Provinz, wie sie sich aus den Einzelanalysen bilden lassen, zu einem Sammeldiagramm, so ergibt sich deutlich ein schwachmediterraner Charakter.

C. Die Romanische Provinz

Diese Provinz, wie sie hier verstanden wird, umfasst die grosse zusammenhängende Masse quartär-vulkanischer Bildungen von den Monti Vulsini bis zu den Colli Ernici im Tale des Sacco. Sie zerfällt in eine Reihe von Subprovinzen oder Distrikte, die trotz prinzipieller Übereinstimmung im Hauptcharakter, alle gewisse individuelle Züge aufweisen. Von NW nach SE sind es die folgenden (vgl. Taf. I):

a) Vulsinische Subprovinz (um den Lago di Bolsena),
b) Ciminische Subprovinz (um den Lago di Vico),
c) Sabatinische Subprovinz (um den Lago di Bracciano),
d) Albanische Subprovinz (Vulcano Laziale),
e) Hernikische Subprovinz (Colli Ernici).

Die so abgegrenzte Romanische Provinz unterscheidet sich demnach von derjenigen H. S. WASHINGTON's (Lit. 4), indem dieser Autor auch die weiter nach SE anschliessenden Vulkangebiete bis hinunter nach Ischia und dem Vesbischen Vulkan mit einschloss. Sie entspricht jedoch ungefähr dem, was P. NIGGLI 1922 (Lit. 6) als Nordromanische Provinz bezeichnete. Sie ist in ihrer Anlage und räumlichen Situation im Wesentlichen durch das Grenzgebiet von Tyrrhenischer Masse und Faltenland des italiden Kalkapennins bestimmt. Wie von vielen Beispielen her bekannt ist, sind derartige Diskontinuitätsflächen am Rande starrer Massen gegenüber jungen Faltungen sehr oft Schwächezonen und dem Magmenaufstieg förderlich. Dies trifft besonders in Verbindung mit Einbrüchen des Kratons zu, wie sie für die Tyrrhenische Masse im Spättertiär der Fall waren.

In der Fortsetzung der Romanischen Provinz liegen die Vulkane Campaniens, deren tektonische Situation ähnlich ist und deren Entstehung mit dem Einbruch des Campanischen Beckens, rings um welches sie angeordnet sind, zusammenhängt. Sie werden zu einer hier nicht näher behandelten Campanischen Provinz zusammengefasst. Auch diese zerfällt in eine Anzahl von Subprovinzen, die wiederum individuelle Züge zeigen, nämlich:

a) Aurunkische Subprovinz (Rocca Monfina),
b) Ischianische Subprovinz (Insel Ischia),
c) Phlegraeische Subprovinz (Phlegraeische Felder und Inseln),
d) Vesbische Subprovinz (Vesbischer Vulkan = Somma-Vesuv),
e) Pontinische Subprovinz (Pontinische oder Ponza-Inseln).

Die Campanische Provinz entspricht weitgehend der Südromanischen Provinz von P. Niggli (Lit. 6).

In der Romanischen Provinz dominieren die Leucitgesteine (Leucittrachyte, Vicoite, Leucittephrite, Leucitite) neben trachyandesitischen Typen (Vulsinite, Ciminite), was die Ergussgesteine anbetrifft. Daneben sind die zahlreichen holokristallin-körnigen oder -porphyrischen Typen von gleicher oder ähnlicher chemischer Zusammensetzung bemerkenswert. Sie stammen von im Tuffmantel der Vulkane holokristallin erstarrten Gängen, kleinen Stöcken und Intrusionen etc. ab und wurden später als Auswürflinge oder als Einschlüsse in Laven emporgefördert. In Anbetracht der steten Wärmezufuhr durch den Vulkanherd und der dadurch bedingten langsamen Abkühlung in der Umgebung desselben, wurde die Bildung derartiger holokristalliner Gesteine schon unter relativ wenig mächtiger Überlagerung ermöglicht. Es bildeten sich daher neben gewöhnlichen biotitreichen Missouriten etc. auch leucitführende Typen, wie sie als anstehende Tiefengesteine nicht bekannt sind. Für die Gesteinsbeschreibungen muss auf die zahlreichen Arbeiten von O. Amatucci, G. Borzoni, G. Cumin, A. Lacroix, A. Pelloux, V. Sabatini, A. Scherillo, C. Viola, H. S. Washington u. a. verwiesen werden. Die eigenartigen melilithreichen Laven der kleinen isolierten Vulkane von San Venanzo in Umbrien (Venanzit, Sabatini=Euktolith, Rosenbusch) und von Cupaello bei Rieti (Cupaellit) sind durch Fr. Rodolico (Lit. 11) und A. Holmes (Lit. 12) neu beschrieben worden.

Die Romanische Provinz stellt eine typisch mediterrane Vergesellschaftung dar, wobei vorwiegend niedrig- bis niedrigstsilifizierte Magmentypen vertreten sind. Versucht man den Differentiationsverlauf in irgend einer Weise graphisch durch Projektion der Einzelanalysen oder der daraus gewonnenen mittleren Kennwerte darzustellen, so fällt sofort die grosse Streuung der resultierenden

Punktfelder auf. Dies ist meistens auch dann der Fall, wenn die w. o. unterschiedenen Subprovinzen einzeln untersucht werden, was um so auffälliger ist, als es sich immer um Einzelvulkane bzw. begrenzte Vulkankomplexe von relativ kurzer Lebensdauer handelt, für welche eine mehr oder weniger einheitliche Entwicklungstendenz der geförderten Magmen hätte erwartet werden dürfen. Es liegt nahe, diese Verhältnisse durch Annahme mehrerer Differentiationsserien von verschiedenem Silifizierungsgrad zu deuten. Tatsächlich gelingt es auch auf diese Weise, die zuerst unübersichtlich komplex erscheinenden Verhältnisse zu überblicken. Dabei lässt sich in einzelnen Fällen zeigen, dass die unterscheidbaren Tendenzen verschiedenen Silifizierungsgrades von verschiedenem Alter sind, oder dass sie räumlich lokalisiert auftreten. So sind z. B. in der Ciminischen Subprovinz leucitführende Laven nur von dem als Ganzes jüngeren Mte. Vico und nicht durch den älteren Mte. Cimino gefördert worden. Auch in der Albanischen Subprovinz scheinen die feldspatführenden, höher silifizierten Laven älter zu sein als die vorherrschenden leucitischen, und in der Vulsinischen Subprovinz begannen die Eruptionen ebenfalls mit trachytisch-vulsinitischen Typen. In anderen Fällen ist das Bestehen verschieden hoch silifizierter Serien zwar evident, ohne dass sich aber etwas über das gegenseitige Altersverhältnis aussagen liesse.

IV. Beziehungen zwischen den einzelnen Provinzen und Versuch einer genetischen Deutung

Die Gesteine der Tertiären Toskanischen Provinz mit ihrem granodioritischen bis aplitgranitischen Chemismus entsprechen einem vielfach bekannten, durchaus normalen Fall von syn- bis spätorogenem Plutonismus, und ihr Auftreten bietet somit kein besonderes Problem. Auf die vielfach erörterte Frage nach Herkunft und Bildung derartiger Magmen in Faltengebirgen überhaupt soll hier nicht eingetreten werden. Die Quartäre Toskanische Provinz lässt sich hingegen nicht so zwanglos in das STILLE'sche Schema einordnen. Um als subsequent zu der posteocänen Apenninenfaltung aufgefasst zu werden, ist sie zu jung, und als Vertreter eines finalen Magmatismus scheinen ihre Gesteine als Ganzes zu sauer. In bezug auf den Chemismus allein liesse sie sich sehr wohl als subsequent betrachten, besonders im Hinblick auf den bereits vorhandenen relativ hohen Kaligehalt des zugehörigen synorogenen Plutonismus. Vielleicht ist es jedoch so, dass es sich wohl um Magmen des subsequen-

ten Vulkanismus handelt, dass aber erst die späten pliocänen Bewegungen, verbunden mit den Einbrüchen der Tyrrhenischen Masse, die für den Magmenaustritt günstigen Bedingungen schufen. Dadurch würde auch verständlich, dass die Magmenförderung, abgesehen etwa vom Mte. Amiata, im allgemeinen eine recht bescheidene war. Der gegenüber dem synorogenen Plutonismus stärker mediterrane Charakter steht wohl im Zusammenhang mit der mehr randlichen Lage in bezug auf das Orogen und erinnert in dieser Hinsicht an die Verhältnisse der Nordamerikanischen Cordillere. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass auch die mehr zentral gelegenen Gesteine von Capraja ärmer an K sind.

Dafür, dass der schwach mediterrane Charakter der Provinz etwa durch Kalkassimilation zu erklären wäre, liegen keine Anzeichen vor. Die einzigen konstatierbaren Assimilationserscheinungen betreffen toniges Material. Auf sie ist der schon erwähnte, auch an ganz frischen Proben trachytisch-liparitischer Gesteine konstatierbare Tonerdeüberschuss zurückzuführen. Besonders reich an derartigen teilweise resorbierten Einschlüssen ist die Trachytmasse des Mte. Amiata (Lit. 9, 12).

Die Gesteine der Romanischen Provinz sind gegenüber denjenigen der Toskanischen durch niedrigeren Silifizierungsgrad ausgezeichnet, wie schon aus der reichlicheren Leucitführung hervorgeht. Das Auftreten von Gesteinsserien verschiedener Silifizierung auf engem Raume, sowie das reichliche Vorkommen von Auswürflingen und exogenen Einschlüssen mit Kalksilikaten (vgl. z. B. die Zusammenstellung bei A. Lacroix, Lit. 13, p. 334—350) in der Romanischen Provinz lassen die Vermutung aufkommen, dass zur Erklärung des besonderen provinziellen Charakters die Assimilation kalkig-dolomitischen Materials im Sinne von R. A. Daly (Lit. 14) heranzuziehen ist, ähnlich wie dies schon durch A. Rittmann (Lit. 15) mit Erfolg für den Vesbischen Vulkan geschah. Mit der hier verbundenen starken CO_2-Produktion steht vielleicht die Bildung der zahlreichen Travertinlager in Zusammenhang, wie sie sich gerade in der Romanischen Provinz häufig zwischen den vulkanischen Bildungen eingeschaltet finden. Bekanntlich sind auch Moffetten und Säuerlinge sehr verbreitet.

Nach dieser Annahme wäre also das Stammagma der beiden ungefähr gleichaltrigen, eng benachbarten Provinzen, der Quartären Toskanischen und der Romanischen, dasselbe. Während es jedoch in der Toskanischen wohl differenziert, aber ohne wesentliche durch Endomorphose bedingte Veränderungen zur Eruption gelangte, hätte

es in der Romanischen eine starke Desilifikation durch Karbonataufnahme erlitten, die zur Bildung einer stark mediterranen Assoziation von Leucitgesteinen führte. Die wenigen Gesteine, welche, wie gewisse Ciminite der Ciminischen Subprovinz, in bezug auf ihre Zusammensetzung ebenso gut der Toskanischen Provinz angehören könnten, oder, wie gewisse Sanidinite derselben Subprovinz oder Vulsinite der vulsinischen, ihr sehr nahe stehen, wären als Produkte des unveränderten oder nur leicht endomorphen Stammagmas zu betrachten. Sie gehören bezeichnenderweise vielfach älteren Eruptionsphasen an [3]).

Die Fragen, die sich somit stellen, sind die folgenden:

a) Sind die geologisch-tektonischen Verhältnisse einer Reaktion kalkig-dolomitischen Materials in grösserem Masstabe mit den im Randgebiete der Tyrrhenischen Masse aufgestiegenen Magmen günstig, und zwar im Gegensatz zum Gebiet der Quartären Toskanischen Provinz?
b) Lässt sich die in der Romanischen Provinz beobachtete Magmenmannigfaltigkeit unter Annahme einer derartigen Karbonatassimilation aus den Magmen der Quartären Toskanischen Provinz ableiten?

Die erste Frage ist ohne weiteres zu bejahen. Ein Blick auf eine tektonische Karte (z. B. R. STAUB, Lit. 7, p. 245 oder Taf. III) zeigt, dass die Romanische Provinz mit ihren niedrigsilifizierten Magmen gerade dort einsetzt, wo der italide Kalkapennin an die Tyrrhenische Masse herantritt, und dass sie in ihrer gesamten Längsausdehnung an die Grenze dieser beiden Elemente gebunden erscheint. Dadurch war offenbar die Möglichkeit der postulierten Reaktion zwischen den aufgepressten Magmen und Karbonatgesteinen in grossem Ausmasse gegeben. Wenn die geologischen Karten im NE der Mti. Vulsini nur Tertiärsedimente zeigen, so ist dies kein Gegenargument zur hier geäusserten Auffassung, da dieses Verhalten nur eine Folge des

[3]) In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass sich unter den zahlreichen von C. KLEIN in seiner Arbeit „Petrographische Untersuchung einer Suite von Gesteinen aus der Umgebung des Bolsener Sees", Sitz. Ber. preuss. Akad. Wiss. Berlin (1888) 91—121 und N. Jb. f. Min. etc. B. B. 6 (1889) 1—35 gegebenen Analysen (Analytiker: L. RICCIARDI) eine ganze Reihe befindet, die in das Feld der quartären Toskanischen Provinz fallen, wie es in Fig. 2, 3 und 5 abgegrenzt wurde, oder dessen Fortsetzung nach basischen Magmen hin bilden. Von H. S. WASHINGTON wurden sie überwiegend als „inferior" klassiert, weshalb sie hier nicht berücksichtigt wurden. Da sie jedoch in zahlreichen Fällen Fundpunkte betreffen, die von H. S. WASHINGTON im Laufe seiner eigenen Untersuchung des Bolsener Gebietes nicht besucht wurden, muss eine erneute Überprüfung der Verhältnisse, besonders auch im Zusammenhang mit den hier geäusserten Ansichten, als sehr wünschenswert bezeichnet werden.

Absinkens der italiden Faltenachsen gegen die Depression der Po-Ebene hin ist und die mesozoischen Karbonatgesteine somit in der Tiefe gleichwohl vorhanden sein müssen.

Die zweite Frage lässt sich sehr gut an Hand der von P. NIGGLI (Lit. 17, 18) vorgeschlagenen LMQ-Dreiecksprojektion beantworten. Aus Raummangel kann jedoch hier nur auf die prinzipiellen Über-

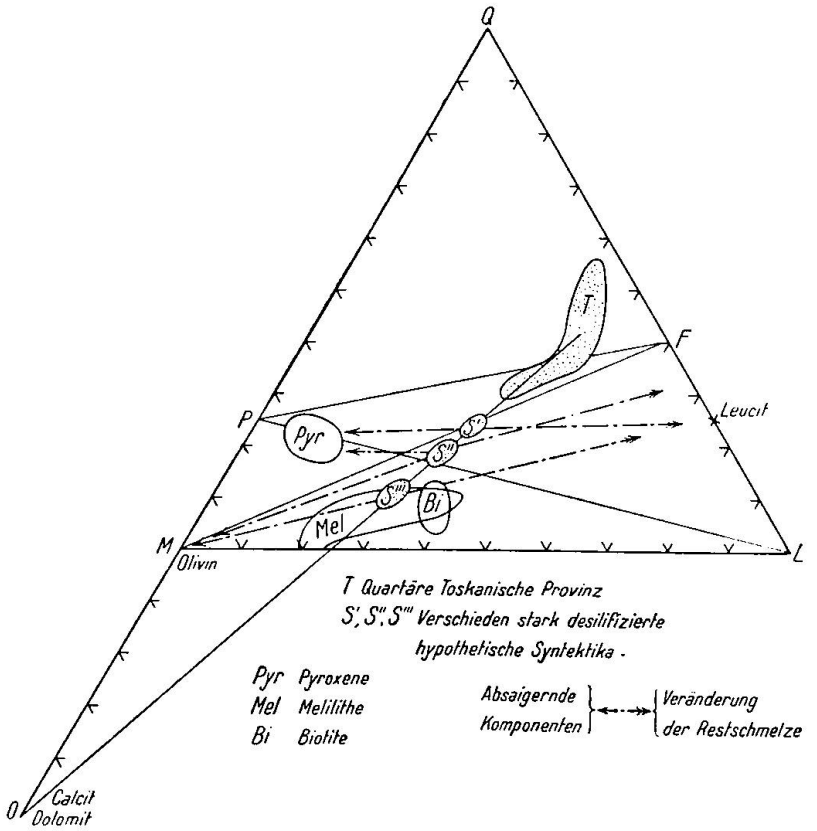


Fig. 1. Bildung von verschieden stark desilifizierten Syntektika S', S'', S''' durch Karbonatassimilation und Differentiationsschema zur Erklärung der Gesteinsassoziationen der Romanischen Provinz

legungen eingegangen werden; für alle Einzelheiten muss auf die später erfolgende eingehende Darstellung verwiesen werden.

In Fig. 1 ist T das Feld der Quartären Toskanischen Provinz. In 0 liegt der Oxydpunkt (L = 0, M = 150, Q = — 50), zugleich Projektionsort für Calcit und Dolomit. Die durch Assimilation dieser Karbonate gebildeten syntektischen Schmelzen wie z. B. S', S'' oder S''' müssen somit auf der Geraden TO liegen. Ihr spezieller Projektionsort ist durch das Verhältnis ursprüngliches Magma zu aufgenomme-

nem (CaO — MgO) bestimmt, und umgekehrt ergibt sich dieses bei bekannter Zusammensetzung des Magmas aus dem Schwerpunktssatz. Durch Subtraktion (Absaigerung) schwerer Komponenten wie Olivin, Pyroxen, Melilith oder Biotit lassen sich nun, vorerst rein schematisch, Sonderungsprozesse annehmen, die eine Entwicklung der Restschmelze in Richtung auf den Leuzit- bzw. Feldspatpol hin bewirken, wobei ein Vergleich mit den Tatsachen erst zeigen muss, ob eine solche Annahme überhaupt zulässig ist. In Fig. 1 sind einige derartige Prozesse einfachster Art angedeutet. Im MgFeCa-Dreieck (Fig. 2) liegt das Feld T in der Nähe der Seite Fe—Mg, da die pa-

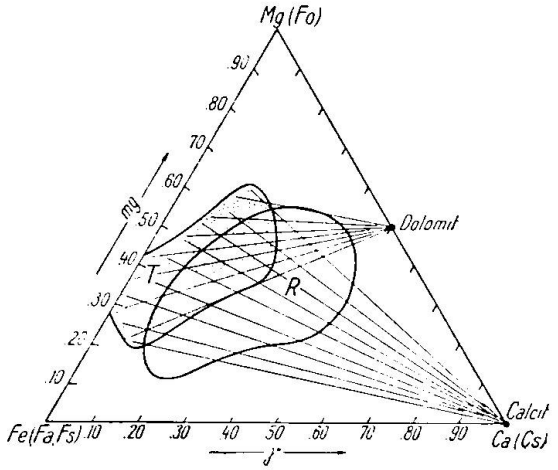


Fig. 2. Gegenseitige Lage der Felder der Toskanischen Provinz T und der Romanischen R im MgFeCa-Dreieck und Einfluss der Kalk- und Dolomitassimilation

zifischen bis schwach mediterranen Magmen der Provinz alle durch kleine γ-Werte ausgezeichnet sind. Durch Hinzufügen von Kalk ($mg = 0$; $\gamma = 1{,}0$) oder Dolomit ($mg = 1{,}0$; $\gamma = 0{,}5$) verändern die Magmen des T-Feldes ihre Zusammensetzung längs den eingezeichneten Strahlen, so dass sich das Feld mehr nach der Dreiecksmitte, d. h. nach R hin verschieben muss, entsprechend einer Zunahme von Cs bzw. (Cs + Fo), also auch von γ. Ein Vergleich mit den bekannten Daten für die Romanische Provinz zeigt nun, dass diese Vermutungen tatsächlich weitgehend realisiert sind, dass somit eine Erklärung der beobachteten Gesteinsmannigfaltigkeit auf diesem Wege als zulässig erscheint.

Fig. 3 zeigt wiederum die Felder T und S. Das letztere ist hierbei so ausgedehnt gezeichnet, dass es voraussichtlich die ganze

überhaupt in Betracht kommende Variationsbreite derartiger Schmelzen umfasst. In Wirklichkeit werden, etwa ähnlich wie in Fig. 1, für die einzelnen Subprovinzen und Differentiationsserien jedoch lokal, je nach dem Ausmass der Assimilation, verschieden stark desilifizierte Syntektika anzunehmen sein, wobei gerade dieser Umstand als primäre Ursache für das Auftreten von Differentiationsserien verschiedenen Silifizierungsgrades anzusehen ist. Eingezeichnet sind ferner die Differentiationsverläufe für die einzelnen Sub-

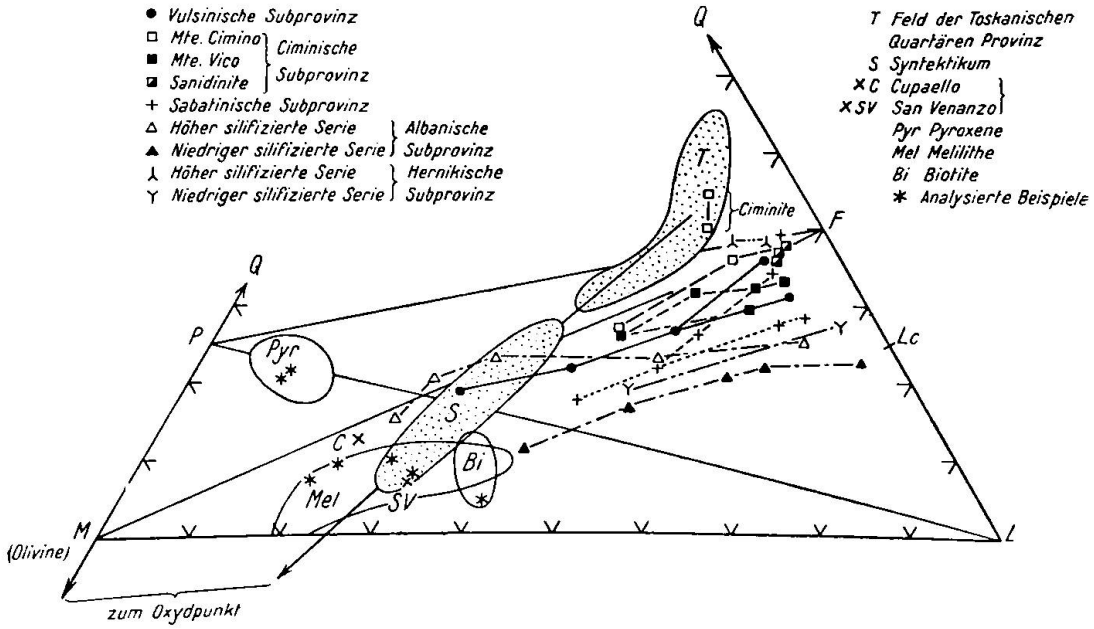


Fig. 3. Differentiationsverläufe für die Subprovinzen der Romanischen Provinz an Hand mittlerer Kennwerte im QLM-Dreieck dargestellt

provinzen, bzw. für die innerhalb derselben unterschiedenen Differentiationsserien, wie sie sich auf Grund der aus den Einzelanalysen erhaltenen mittleren Kennwerte ergeben. Die hierbei zu Tage tretenden Unterschiede in der Silifizierung sind beträchtlich, sie sind z. B. bedeutend grösser als diejenigen, welche von A. RITTMANN (Lit. 16) für die einzelnen Entwicklungsstadien des Vesbischen Vulkans von der Ur-Somma bis zum rezenten Vesuv konstatiert wurden.

Aus Fig. 3 geht sehr klar hervor, wie sich die einzelnen Differentiationsbahnen, ganz wie schon in Fig. 1 schematisch angedeutet wurde, ausgehend von einem mehr oder weniger desilifizierten Syntektikum, durch Absaigern von Olivin, Pyroxen, Biotit oder Melilith und die dadurch bewirkte Anreicherung von Lc- und F-Molekülen

ergeben. Dass solche Absaigerungs- und Anreicherungsprozesse tatsächlich stattgefunden haben müssen, geht aus dem Auftreten von Pyroxenolithen, Peridotiten, Biotititen, Melilithiten, sowie von völlig aus Leucit bestehenden Italiten in mannigfacher Ausbildung unter den Auswürflingen und Einschlüssen hervor. Für die höher silifizierten Ciminite des Mte. Cimino war gleichzeitiger Entzug von Pyroxen und Plagioklas aus einem nicht oder nur geringfügig endomorphen Magma wirksam. Die Existenz von Schmelzen, die dem hypotheti-

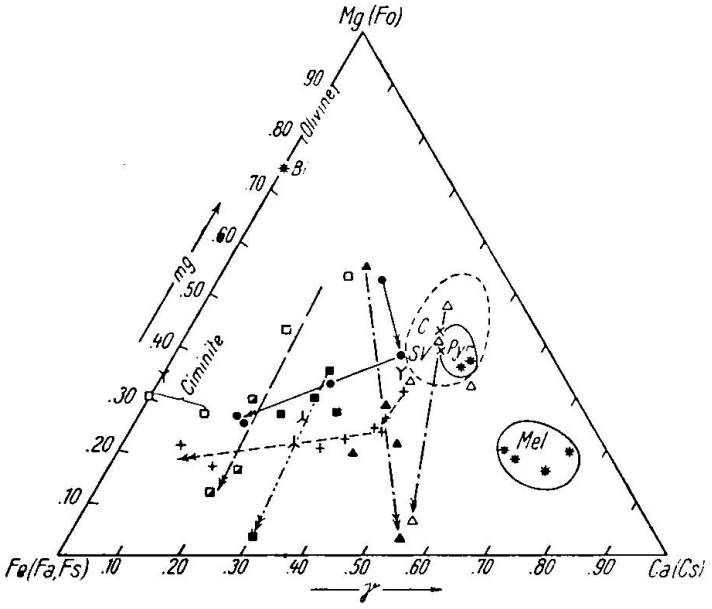


Fig. 4. Differentiationsverläufe für die Subprovinzen der Romanischen Provinz an Hand mittlerer Kennwerte im MgFeCa-Dreieck dargestellt

schen Syntektikum sehr nahe stehen, ist durch die melilithreichen Laven von San Venanzo und Cupaello belegt.

Im MgFeCa-Dreieck ist, wie vorausgesehen, tatsächlich eine Verschiebung des Magmenfeldes nach der Mitte hin zu konstatieren; wenn man von extrem differenzierten Typen absieht, gibt Fig. 2 die Verhältnisse ungefähr richtig wieder. Durch Einzeichnen der Felder für wichtige Komponenten (Fig. 4) lassen sich auch hier die hauptsächlichsten Sonderungsprozesse verfolgen. Sie müssen natürlich mit den aus Fig. 3 ablesbaren übereinstimmen, wenn ihnen reelle Bedeutung zukommen soll. Das Feld des Syntektikums lässt sich hier nicht allgemein eintragen, da dazu in jedem Falle bekannt sein müsste, ob vorwiegend kalkiges oder dolomitisches Material assimi-

liert wurde. Bemerkenswert ist jedoch, wie die Projektionspunkte für die einzelnen Serien angenähert längs Geraden angeordnet sind, welche auf die Projektionsörter, bzw. Felder der schon erwähnten Verbindungen Olivin, Augit, Biotit, Melilith hinweisen, oder als Resultanten derartiger Richtungen gedeutet werden können. Auf diese Weise folgt z. B. aus Fig. 3 und 4, dass die niedrig silifizierte Serie der Albanischen Subprovinz offenbar in erster Linie durch die Absaigerung von Olivin und Biotit beherrscht wurde, während für die höher silifizierte diejenige von Pyroxen massgebend gewesen zu sein scheint. In der Vulsinischen Subprovinz spielte offenbar die Absaigerung sowohl von Augit wie von Olivin eine Rolle, in anderen auch diejenige von Melilith etc.

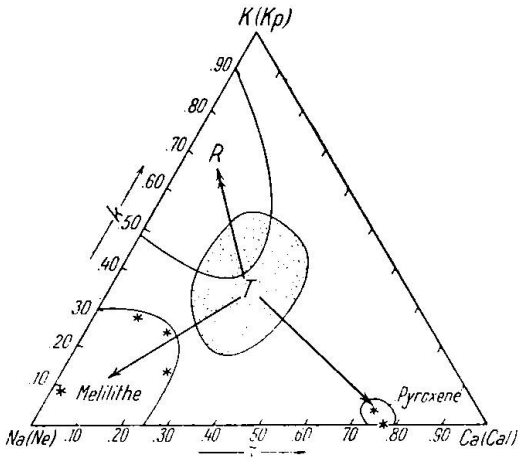


Fig. 5. Gegenseitige Lage der Felder der Toskanischen Provinz T und der Romanischen R im KNaCa-Dreieck

Das NaKCa-Dreieck eignet sich weniger zur Darstellung derartiger Assimilationsvorgänge, da ein Hinzukommen von Kalk oder Dolomit weder k noch π direkt beeinflusst. Es ist jedoch zu erwarten, dass bei der Differentiation der syntektischen Schmelzen zufolge des Entzuges von Na-haltigem Augit und Melilith k etwas ansteigt und π zugleich abnimmt. Dies wird durch die vorhandenen Daten bestätigt, indem das Punktfeld gegen die K-Ecke hin verschoben erscheint, wenn man von der Toskanischen zur Romanischen Provinz übergeht (Fig. 5).

Für die K-Anreicherung spielen aber sicherlich auch sekundäre Vorgänge eine Rolle, die mit den behandelten Differentiationsprozessen direkt nichts zu tun haben. So hat A. RITTMANN darauf hingewie-

sen, dass für den Vesbischen Vulkan die durch das Freiwerden der CO_2 bei der Assimilation angeregte und fortwährend unterhaltene Entgasung des Magmas mit einer Na-Wegfuhr verbunden ist, welche eine relative K-Anreicherung bedingt. Dies geht aus der Na-Vormacht vieler kontakt-metamorpher und autopneumatolytischer Neubildungen hervor. Auch für die Romanische Provinz lassen sich solche Vorgänge erkennen. Es sei in dieser Hinsicht z. B. auf die Aegirinisierung der Pyroxene in gewissen Leucititen des Vulcano Laziale (sog. Lava sperone) hingewiesen.

English Summary

The recent advances in the knowledge of the tectonics of the Apennines and of the chemical composition of the volcanic rocks of middle Italy offer the key to a new interpretation of the tectonic setting and genetic relationship of the Quarternary volcanos of this region long since classic in petrology. As well known these rocks can be considered as belonging to two distinct petrographical provinces, the Tuscan and the Roman (see Plate I). The provinces differ only very slightly in age but there is a strongly marked difference as to the character of their rocks, those of the former being more highly silicified and free from leucite while those of the latter are rich in this mineral and of low silification.

It is now assumed that the original magma was of the same kind in both provinces and that the Tuscan rocks are its normal differentiation products with only very slight endomorphic modifications as shown by an occasional excess of alumina. In the Roman province, on the contrary, the magma has suffered strong desilicification from large scale assimilation of carbonate rocks. This seems to be proved by the frequent occurrence of metamorphic limestones with calcsilicates among the blocks ejected by the Roman volcanos as well as by the large masses of travertine associated with the volcanic rocks and the many exhalations of carbonic acid.

These peculiar features of the Roman province are due to the special tectonic conditions prevailing. In southern Tuscany the dinaric (italide) Apennine range in which Mesozoic carbonate rocks are strongly developed approaches the eastern margin of the Thyrrenean Mass along which the feeding channels of the Roman volcanos are supposed to be located. By this circumstance and in contrast to the Tuscan province the possibility of inter-reaction between the rising magma and carbonate rocks was given.

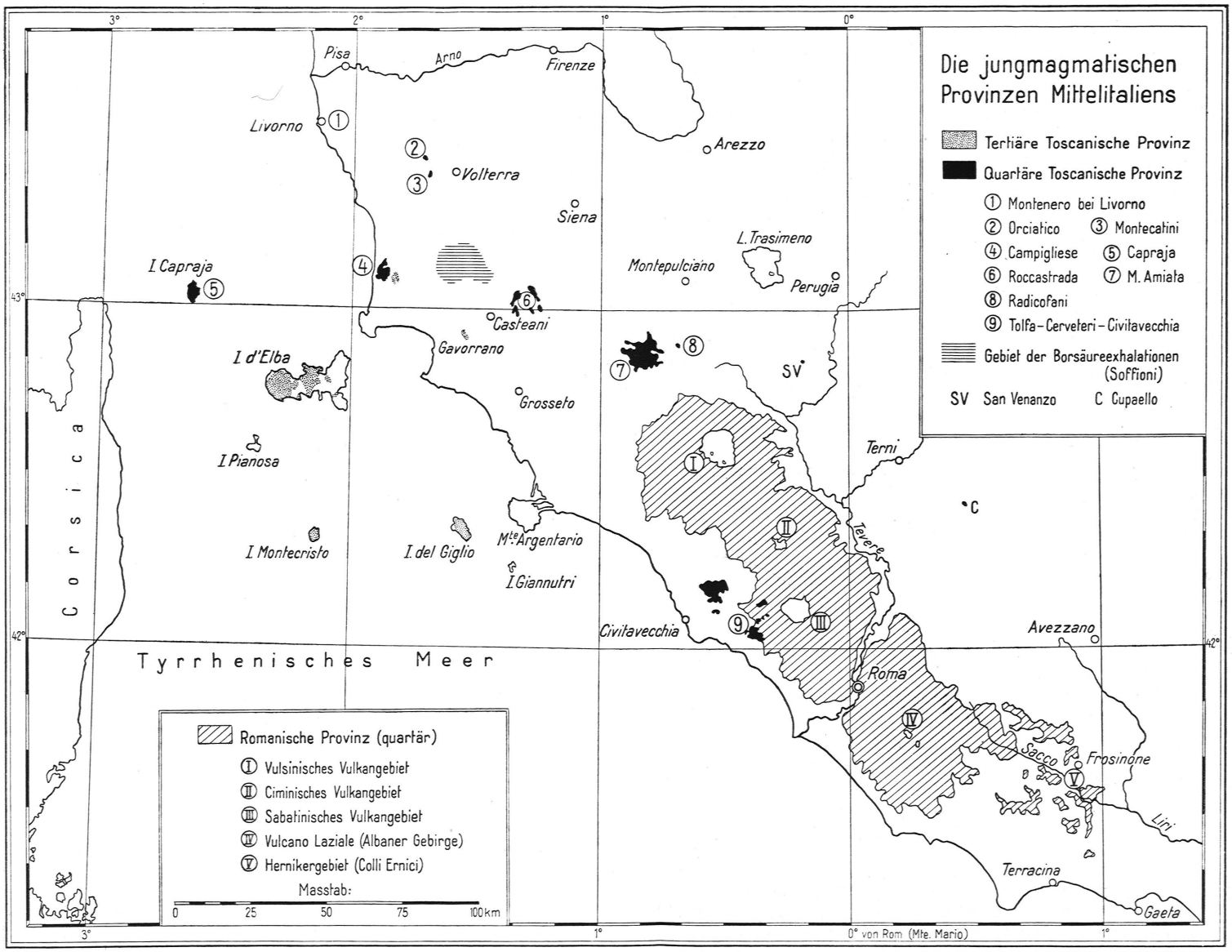
The different rock types met with in the Roman province are considered to be differentiation products of syntectic melts between Tuscan magma and carbonates as shown in the diagramms given (QLM-Triangles as proposed by P. Niggli). Some higher silicified rocks such as vulsinites and ciminites are considered to be products of not ore only slightly desilicified portions of the original magma. The melilite-rich lavas of the small outlying volcanos of San Venanzo and Cupaello are believed to be of very similar chemical composition as some of the hypothetic syntectic melts.

Zitierte Literatur

1. C. DE STEFANI, I vulcani spenti dell'Appenino settentrionale. Boll. Soc. Geol. Ital. 10 (1891), 499—555.
2. G. STEFANINI, Aperçu général sur les volcans „Tyrrhéniques". Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn. 9 (1936), 5—11.
3. — Sur quelques volcans éteints entre Pise et Rome. Ibid. 9 (1936), 13—44.
4. H. S. WASHINGTON, The Roman Comagmatic Region. Washington D. C. (1906).
5. P. NIGGLI, Lehrbuch der Mineralogie. 1. Aufl. Berlin (1920), 493.
6. — Der Taveyannazsandstein und die Eruptivgesteine der jungmediterranen Kettengebirge. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 2 (1922), 169—275.
7. R. STAUB, Die Bedeutung der Apuanischen Alpen im Gebirgsbau der Toskana nebst einigen Gedanken zur Tektonik des Apennins. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich 77 (1932), 184—248.
8. — Zur tektonischen Analyse des Apennins. Ibid. 78 (1933), 127—151.
9. FR. RODOLICO, Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. (Pisa), Mem. 41 (1931)—47 (1938).
10. G. STEFANINI, Il complesso eruttivo di Orciatico e Montecatini in Prov. di Pisa. Ibid. 44 (1934), 224—300.
11. FR. RODOLICO, Le zone vulcaniche di San Venanzo e di Cupaello. Boll. Soc. Geol. Ital. 56 (1937), 33—65.
12. A. HOLMES, A Heteromorph of Venanzite. Geol. Mag. 79 (1942), 225—232.
13. FR. RODOLICO, Inclusi scistoso-cristallini nella trachite del Monte Amiata. Per. di Min. 5 (1934), 3—23.
14. A. LACROIX, Les enclaves des roches volcaniques. Mâcon (1893).
15. R. A. DALY, Igneous rocks and the depths of the earth. New York (1933), im bes. 497—544.
16. A. RITTMANN, Die geologisch bedingte Evolution und Differentiation des Somma-Vesuvmagmas. Z. Vulk. 15 (1933), 8—94.
17. P. NIGGLI, Über Molekularnormen zur Gesteinsberechnung. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 16 (1936), 295—317.
18. — Die komplexe gravitative Kristallisationsdifferentation. Ibid. 18 (1938), 610—664.

Mineralogisch-Petrographischen Institut der Eidg. Technischen Hochschule.

Eingegangen: 16. September 1947.


Die jungmagmatischen Provinzen Mittelitaliens
Tertiäre Toscanische Provinz
Quartäre Toscanische Provinz
① Montenero bei Livorno
② Orciatico
③ Montecatini
④ Campigliese
⑤ Capraja
⑥ Roccastrada
⑦ M. Amiata
⑧ Radicofani
⑨ Tolfa-Cerveteri-Civitavecchia
Gebiet der Borsäureexhalationen (Soffioni)
SV San Venanzo
C Cupaello
Romanische Provinz (quartär)
Ⅰ Vulsinisches Vulkangebiet
Ⅱ Ciminisches Vulkangebiet
Ⅲ Sabatinisches Vulkangebiet
Ⅳ Vulcano Laziale (Albaner Gebirge)
Ⅴ Hernikergebiet (Colli Ernici)
Massstab:
0 25 50 75 100 km
Pisa
Arno
Firenze
Livorno
Arezzo
Volterra
Siena
L. Trasimeno
Montepulciano
Perugia
I. Capraja
Castellani
Gavorrano
I. d'Elba
Grosseto
SV
Terni
I. Pianosa
C
Corsica
I. Montecristo
I. del Giglio
M.te Argentario
I. Giannutri
Tevere
Civitavecchia
Avezzano
Tyrrhenisches Meer
Roma
Sacco
Frosinone
Liri
Terracina
Gaeta
3°
2°
1°
0°
43°
42°
0° von Rom (Mte. Mario)